



ALAT UKUR KUALITAS AIR MINUM DENGAN PARAMETER PH, SUHU, TINGKAT KEKERUHAN, DAN JUMLAH PADATAN TERLARUT

Fauzi Amani & Kiki Prawiroredjo

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti

Jalan Kiai Tapa 1 Jakarta Barat 11440

E-mail: fauziamani91@gmail.com, kikiprawiroredjo@yahoo.co.id

ABSTRACT

Water is a natural resource that plays an important role in human life, one of that is to be consumed. Water used for consumption should be clean, odorless, tasteless, colorless, and meet the Ministry of Health standards. This water quality instrument measures parameters such as temperature, turbidity, TDS, pH and uses Arduino as a microcontroller. LM35 sensor is used to measure temperature. PH sensor with pH sensor conditioning from Dfrobot is used to measures pH level, photodiode and infrared LED as the sensor is used to measure turbidity level, conductivity sensor is used to measure TDS level. The results show that the sensors have different error level. The temperature sensor has 5.4 % maximum error value with 1.145 average standard deviation, the measurement of pH has 0.848 % error value and 0.01 average standard deviation, the measurement of TDS has 0.97 % error value and 6.69 average standard deviation.

Keywords: *water quality, Arduino, TDS, turbidity, pH*

ABSTRAK

Air merupakan sumber daya alam yang berperan penting dalam kehidupan manusia, salah satunya adalah untuk dikonsumsi. Air yang digunakan untuk dikonsumsi harus bersih, tidak berbau, berasa, berwarna dan sesuai standar yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan. Alat ukur kualitas air ini menggunakan parameter suhu, kekeruhan, TDS, pH serta menggunakan Arduino sebagai mikrokontrolernya. Pengukuran suhu menggunakan sensor LM35, pengukuran pH menggunakan sensor pH dengan pengkondisian sensor pH dari Dfrobot, pengukuran kekeruhan dilakukan dengan sensor fotodiode dan LED infra merah dan pengukuran TDS menggunakan sensor konduktivitas. Hasil akhir dari pembuatan alat ini masing-masing sensor pengukuran memiliki variasi eror yaitu sensor suhu dengan nilai eror maksimal 5,4 % dengan standar deviasi rata-rata 1,145. PH dengan eror 0,848 % dan standar deviasi rata-rata 0,01. TDS dengan eror 0,97 % dan standar deviasi rata-rata 6,69.

Kata kunci: *kualitas air, Arduino, TDS, kekeruhan, pH*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang berperan penting dalam kehidupan manusia, salah satunya adalah untuk dikonsumsi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum [1]. Saat ini masyarakat umum belum mengetahui tentang standar kualitas air minum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif [1].

Pemilihan parameter-parameter penting dalam pengukuran air ini agar dapat memenuhi ketentuan air yang baik yaitu tidak berasa, berbau dan berwarna. Parameter pertama adalah pH air yang merupakan parameter kimia organik. Nilai pH yang lebih dari 7 menunjukkan sifat korosi yang rendah sebab semakin rendah pH, maka sifat korosinya semakin tinggi. Nilai pH air yang lebih besar dari 7 memiliki kecenderungan untuk membentuk kerak dan kurang efektif dalam membunuh bakteri sebab akan lebih efektif pada kondisi netral atau bersifat asam lemah [2]. Parameter kedua adalah tingkat kekeruhan. Air yang keruh atau memiliki tingkat kekeruhan tinggi memiliki nilai *total suspended solid* (TSS) yang tinggi. Parameter ketiga adalah suhu. Suhu masuk dalam kategori parameter fisika. Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme [2] yang berbahaya bagi tubuh. Parameter keempat adalah *total dissolved solid* (TDS) yang termasuk dalam parameter fisika. Konsentrasi TDS tinggi dapat mempengaruhi rasa. Tingginya level TDS memperlihatkan hubungan negatif dengan beberapa parameter lingkungan air yang menyebabkan meningkatnya toksisitas pada organisme didalamnya [3].

Berdasarkan pada permasalahan yang ada dan pentingnya parameter tersebut, maka akan dilakukan pengembangan alat ukur kualitas air dengan parameter kualitas air berupa pH, tingkat kekeruhan, suhu dan *total dissolved solid* (TDS). Dengan adanya pengukuran parameter tersebut diharapkan dapat memudahkan masyarakat mengetahui secara langsung kondisi air yang digunakan.



2. KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terkait dengan alat ukur kualitas air telah dilakukan. Alat ukur yang diterapkan pada penelitian [4-9] merupakan alat ukur digital yang menggunakan sensor dan transduser. Penelitian [5] menggunakan ATmega 16 sebagai kontroler dimana *outputnya* adalah *Liquid Crystal Display (LCD)* sebagai *output data*. Parameter yang digunakan adalah pH dan TDS. Penelitian [6] menggunakan 8051 sebagai kontroler dengan ADC tambahan 0808. Parameter yang digunakan yaitu pH, tingkat kekeruhan, TDS, dan suhu.

Penelitian [7] ini merupakan penelitian pengembangan pembuatan alat ukur dengan menggunakan sensor, dimana fokus pada alat ukur yang digunakan adalah suhu, pH, dan konduktivitas. Penelitian [7] ini menggunakan ATmega 16 sebagai prosesornya. Pada penelitian [8-9], bertumpu pada pengembangan alat ukur untuk 1 buah parameter yaitu pada penelitian [8] berfokus pada *total suspended solid (TSS)* dan penelitian [9] berfokus pada tingkat kekeruhan air.

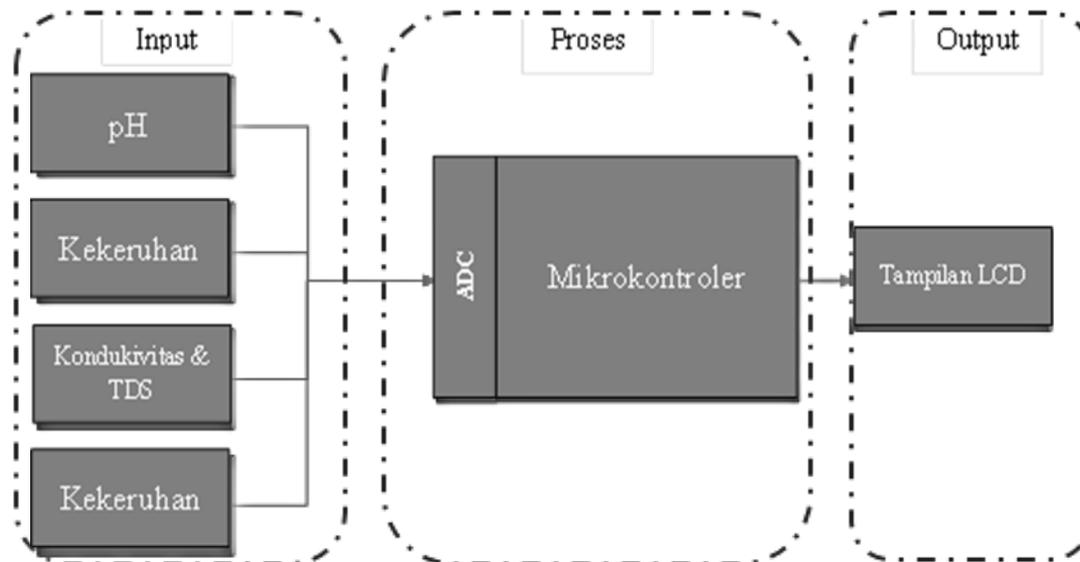
Penelitian [5-7] memiliki kekurangan berupa kalibrasi untuk keluaran sensor sehingga hasil pengukuran memiliki *error rate* yang tinggi. Penelitian [6] menggunakan mikrokontroler 8051 sehingga kurang efektif karena membutuhkan *Analog to Digital Converter (ADC)* tambahan. Penelitian [8-9] hanya dapat digunakan untuk mengukur salah satu parameter kualitas air.

3. PERANCANGAN

3.1. Perancangan Perangkat Keras

Secara keseluruhan rancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 1. Bagian *input* dari alat ini adalah sensor dan pengkondisian sinyal. Sensor yang digunakan berupa sensor yang menghasilkan *output* berupa tegangan analog seperti potensial Hidrogen (pH), tingkat kekeruhan, konduktivitas, *total dissolved solids (TDS)* dan suhu. Bagian proses adalah mikrokontroler berupa Arduino Uno. Nilai keluaran dari sensor diterima oleh masukan ADC Arduino untuk dilakukan perhitungan berdasarkan konversi dari program dan kemudian disimpan dalam EEPROM Arduino yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan *setting* parameter

yang telah ditentukan dan disimpan di awal. Bagian *output* merupakan keluaran dari hasil proses pada sistem ini. Bagian *output* ini berupa LCD yang menampilkan hasil perhitungan dari mikrokontroler.



Gambar 1. Diagram blok perangkat keras

Detail dari rancangan alat ukur ini digambarkan dengan rangkaian skematik pada Gambar 2. Detail dari rangkaian tersebut diuraikan di bawah ini.

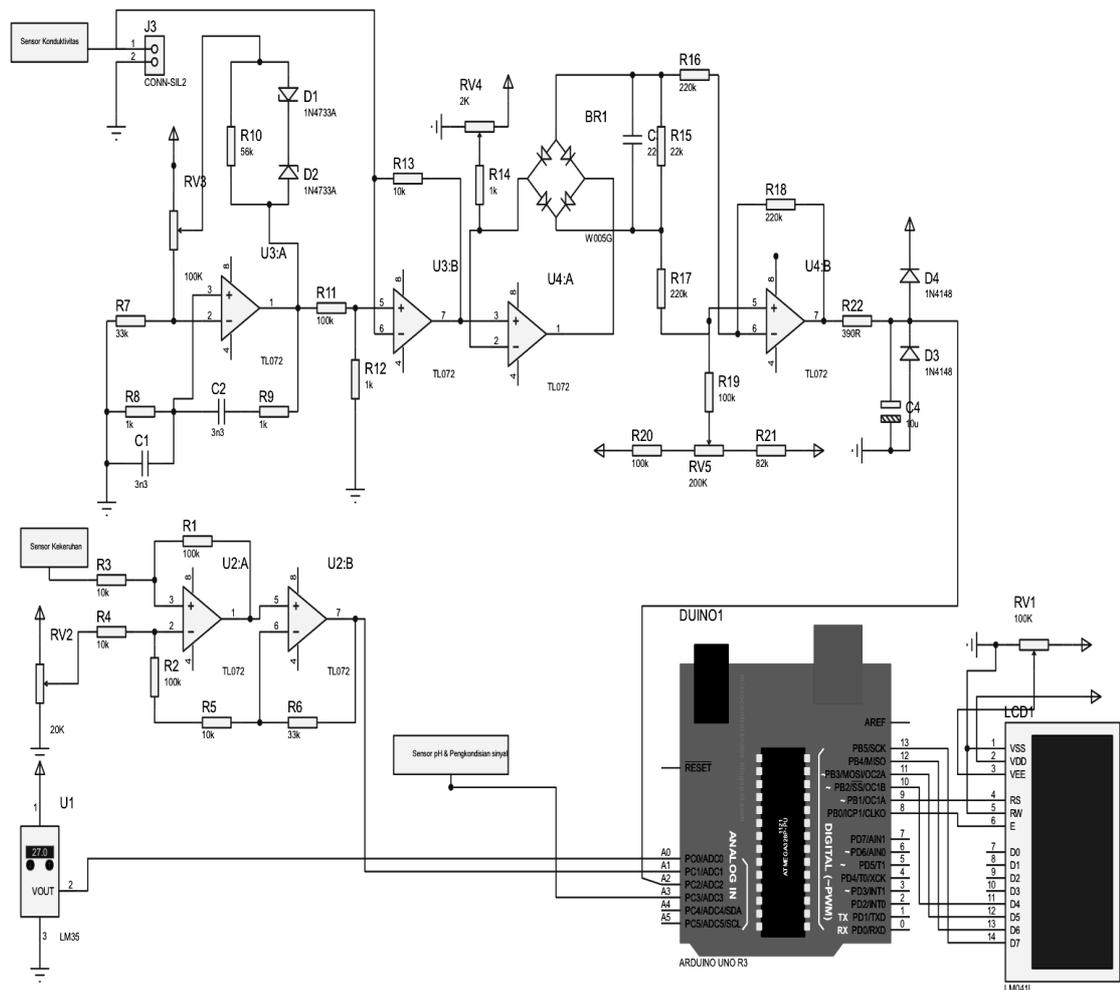
a. Modul sensor suhu.

Modul sensor suhu menggunakan IC LM35 yang diletakkan dalam wadah sehingga dapat melakukan pengukuran dalam air yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Modul ini akan mengkonversi suhu menjadi tegangan. Nilai perubahan tegangan ini linier sesuai dengan kenaikan tingkat suhu dengan nilai perubahan $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$.

b. Modul sensor pH

Dalam pengukuran tingkat pH digunakan modul sensor pH. Modul sensor pH ini terdiri atas 2 bagian yaitu sensor pH dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor pH. Pengkondisian sinyal menggunakan analog pH meter kit dari Dfrobot. Modul sensor pH terdapat pada Gambar 4.

Cara kerja dari modul ini adalah rangkaian sensor pH akan membaca nilai pH dari elektroda sensor berupa nilai tegangan analog. Keluaran dari sensor diterima oleh rangkaian pengkondisian sinyal untuk kemudian dikuatkan sehingga nilai tegangan keluaran dari sensor pH ini akan lebih mudah terbaca oleh Arduino untuk proses konversi tegangan ke nilai suhu dalam Celcius.



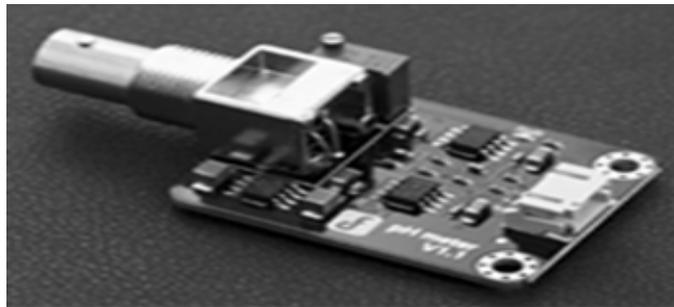
Gambar 2. Rangkaian skematik keseluruhan



Gambar 3. Sensor suhu LM35 waterproof



(a)

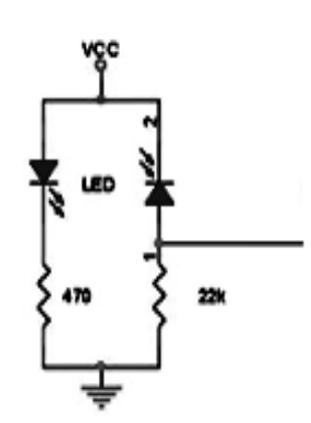


(b)

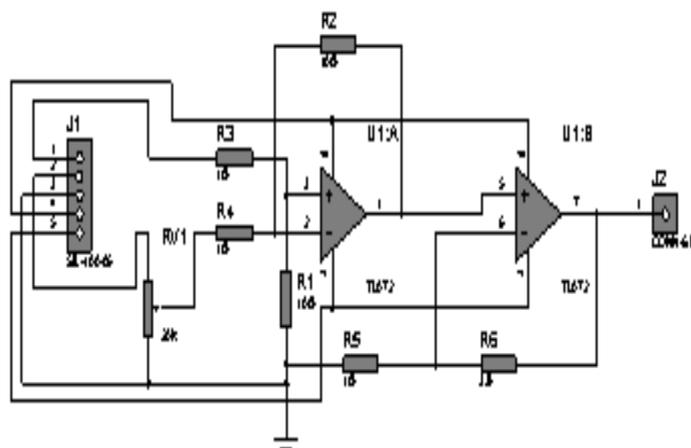
Gambar 4. (a) Modul sensor pH dan (b) modul pengkondisian sinyal sensor pH

c. Modul sensor kekeruhan

Dalam pengukuran tingkat kekeruhan digunakan rangkaian modul sensor kekeruhan. Modul ini terdiri atas rangkaian modul sensor LED inframerah dengan sensor fotodiode dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor kekeruhan seperti yang terdapat pada Gambar 5.



(a)



(b)

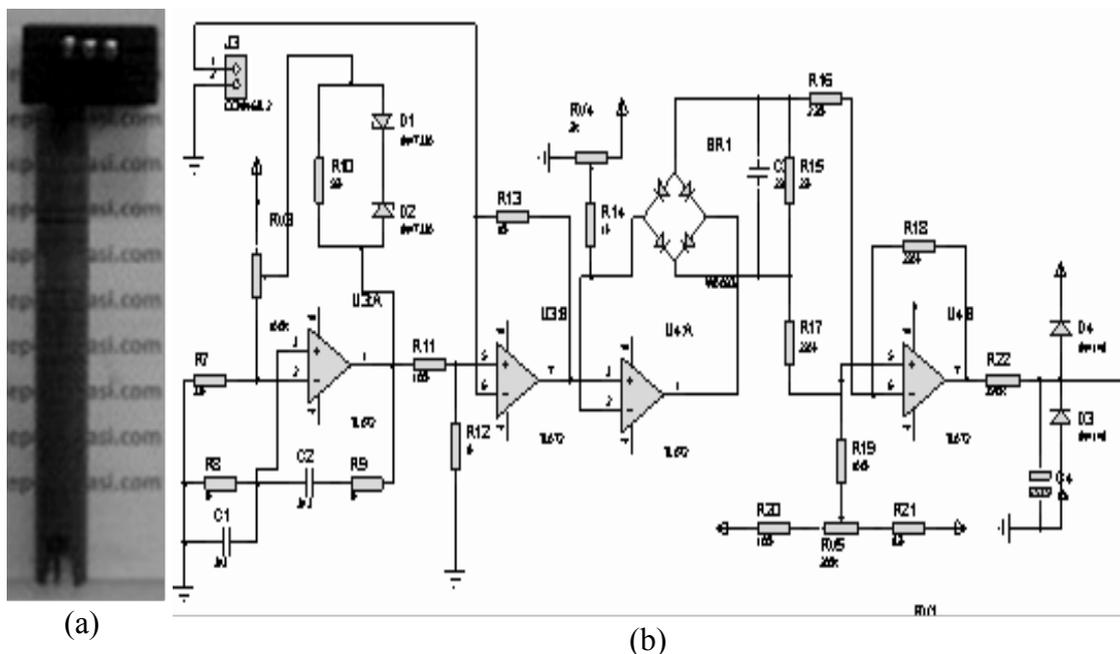
Gambar 5. (a) Rangkaian sensor kekeruhan dan (b) rangkaian pengkondisian sinyal sensor kekeruhan

Cara kerja dari modul sensor kekeruhan ini adalah LED inframerah memancarkan cahaya yang kemudian diterima oleh rangkaian sensor fotodiode. Nilai dari pembacaan sensor fotodiode ini akan berubah berdasarkan tingkat kekeruhan.

Perubahan nilai dari sensor ini terbilang kecil dan pada saat kondisi tanpa beban sudah terdapat nilai tegangan maka rangkaian sensor kekeruhan dihubungkan dengan pengkondisian sinyal yang berupa diferensial amplifier untuk kemudian dikuatkan kembali oleh rangkaian penguat tak membalik.

d. Modul sensor TDS

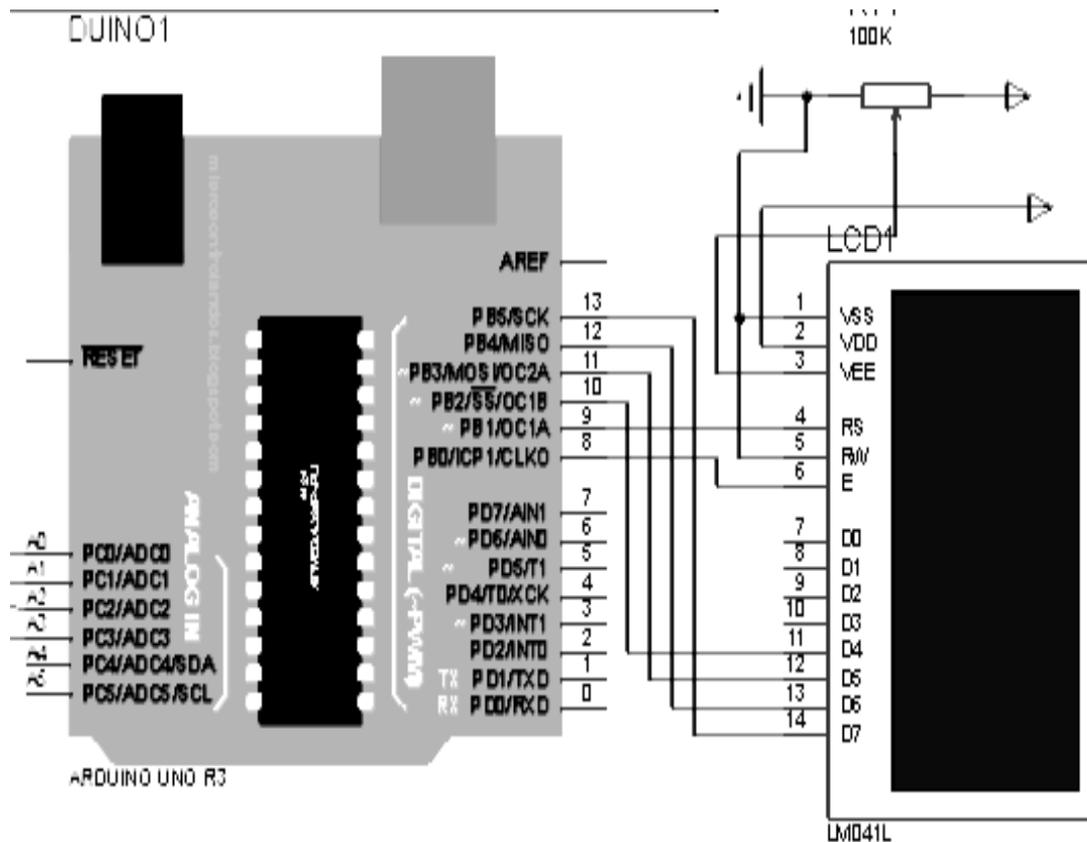
Dalam pengukuran tingkat TDS digunakan rangkaian modul sensor TDS. Modul ini terdiri atas rangkaian modul sensor dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor TDS seperti pada Gambar 6. Cara kerja rangkaian adalah dimulai dengan pembangkitan gelombang sinus oleh rangkaian Osilator Jembatan Wien dengan frekuensi osilasi 5,3 kHz kemudian dikuatkan oleh penguat tak membalik yang besar penguatannya didasarkan dari besarnya nilai tahanan yang diperoleh dari hasil keluaran sensor konduktivitas. Sinyal AC yang terjadi tersebut diubah menjadi sinyal DC untuk dapat diproses oleh mikrokontroler melalui rangkaian konverter sinyal AC ke DC.



Gambar 6. (a) Modul sensor TDS dan (b) rangkaian pengkondisian sinyal sensor TDS

e. Modul Output

Modul ini terdiri dari rangkaian LCD 16x4 yang dihubungkan dengan keluaran dari Arduino.



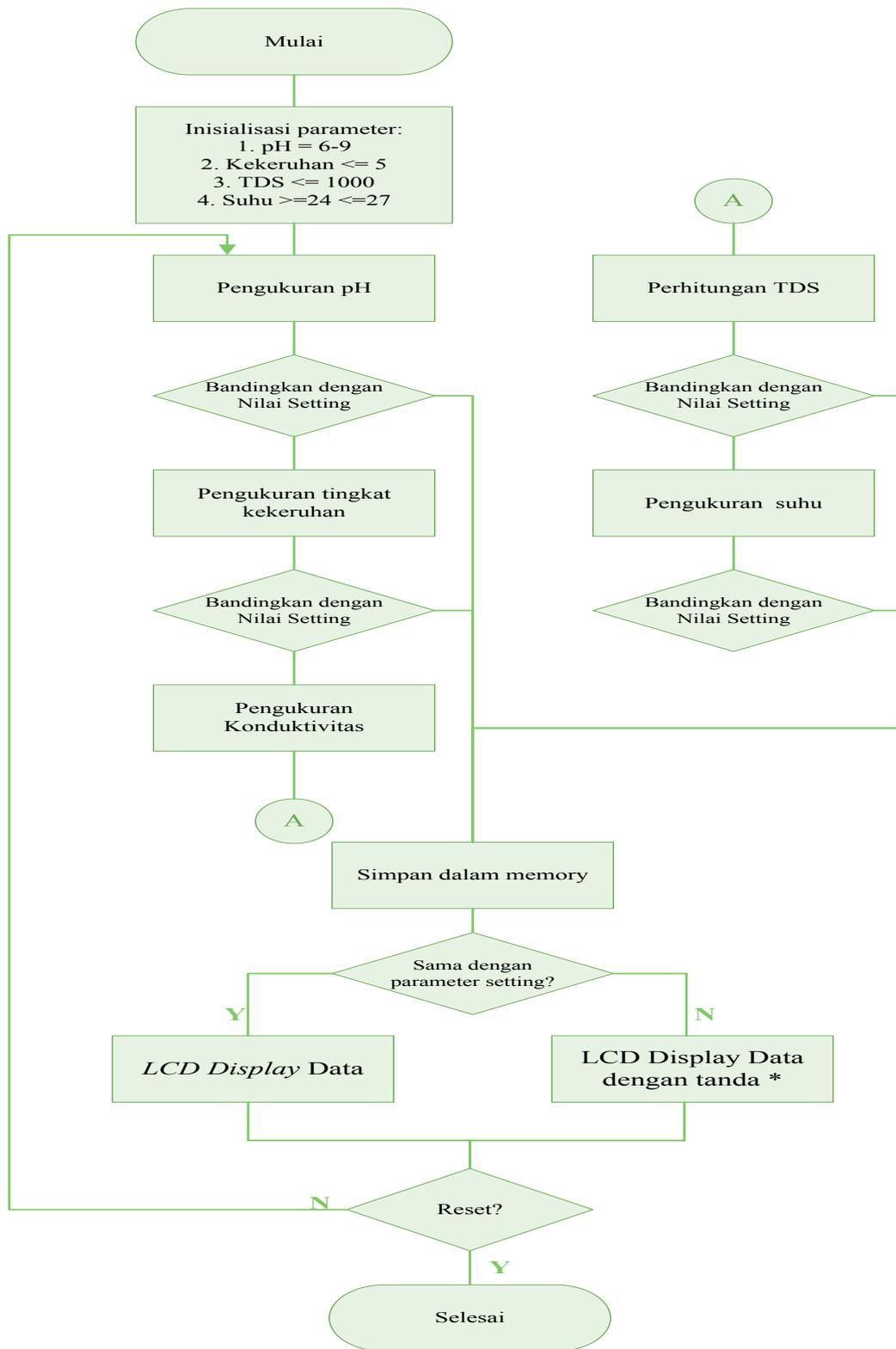
Gambar 7. Rangkaian modul keluaran LCD 16x4

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem otomatisasi ini dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Algoritma yang dirancang ditunjukkan pada *flowchart* pada Gambar 8 pada halaman berikut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian yaitu pengujian pengkondisian sinyal, pengujian sensor dan pengujian keseluruhan sistem.



Gambar 8. Diagram alir program

4.1. Pengujian Pengkondisian Sinyal

Pengujian pertama dilakukan pada pengkondisian sinyal kekeruhan dengan hasil seperti pada Tabel 1. Dari pengujian tersebut disimpulkan bahwa penguatan bekerja dengan baik dengan toleransi 1,49 % dengan nilai standar deviasi 0,96.

Tabel 1. Hasil pengujian pengkondisian sinyal kekeruhan

Pengujian ke-	Tegangan Ref (V)	Tegangan Input (V)	$V_{Ref}-V_{In}$ (V)	Pengukuran Titik 1 (V)	Perhitungan Titik 1 (V)	Pengukuran Titik 2 (V)	Perhitungan Titik 2 (V)
1	1,006	1,039	0,033	0,3558	0,33	1,464	1,419
2	1,006	1,207	0,201	1,61	2,01	8,712	8,643
3	1,079	1,337	0,258	2,641	2,58	11,16	11,094
4	1,946	1,957	0,011	0,1	0,11	0,483	0,473
5	1,56	1,771	0,211	1,91	2,11	9,14	9,073
Rata-rata	1,319	1,462	0,143	1,323	1,428	6,192	6,140

Pengujian kedua dilakukan pada pengkondisian sinyal konduktivitas yang hasilnya terdapat pada Tabel 2. Berdasarkan data pada Tabel 2 diketahui bahwa pengkondisian sinyal bekerja terhadap perubahan sampel percobaan yang ada.

Tabel 2. Hasil pengujian pengkondisian sinyal konduktivitas

Sampel ke-	Keluaran Sensor (mV)	Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (ppm)
1	151,37	73,3	49,11
2	1557,62	576	385,92
3	2387,7	782	523,94
4	3388,67	989	662,63
5	4091,68	1116	747,72
6	4638,67	1194	799,98

4.2. Pengujian Sensor

Pengujian pertama dilakukan pada rangkaian sensor suhu dengan hasil seperti pada Tabel 3. Berdasarkan data pada tabel tersebut dapat disimpulkan nilai eror terendah 0,127 % dan tertinggi 5,4 %. Rata-rata eror adalah 2,23 % dan rata-rata standar deviasinya 1,145.



Tabel 3. Hasil pengujian sensor suhu

Pengujian ke-	Termometer (°C)	Tampilan LCD (°C)						
1	15	14,16	26	26,37	44	43,46	59	59,08
2	15	14,65	26	26,86	44	43,46	59	59,08
3	15	15,14	26	27,83	44	44,43	59	58,59
4	15	16,11	26	23,44	44	42,97	59	57,62
5	15	11,27	26	22,95	44	44,43	59	58,59
6	15	17,58	26	22,95	44	44,43	59	58,11
7	15	16,6	26	26,37	44	44,43	59	58,59
8	15	14,65	26	25,39	44	44,43	59	58,11
9	15	15,14	26	25,88	44	44,43	59	58,59
10	15	14,16	26	25,88	44	42,97	59	57,62
Rata-rata	15	14,946	26	25,392	44	43,944	59	58,398

Pengujian kedua dilakukan pada rangkaian sensor pH dengan hasil pada Tabel 4. Dari hasil pengujian didapatkan nilai eror maksimum 0,848 %. Rata-rata eror adalah 0,548 % dan rata-rata standar deviasinya 0,01.

Tabel 4. Hasil pengujian rangkaian sensor pH

Pengujian ke-	Nilai 4,01	Uji Kertas Lakmus	Hasil Pengukuran	Nilai 6,86	Uji Kertas Lakmus	Hasil Pengukuran
1	4,01	4	4,04	6,86	7	6,85
2	4,01	4	4,05	6,86	7	6,85
3	4,01	4	4,06	6,86	7	6,84
4	4,01	4	4,05	6,86	7	6,83
5	4,01	4	4,05	6,86	7	6,83
6	4,01	4	4,04	6,86	7	6,85
7	4,01	4	4,04	6,86	7	6,85
8	4,01	4	4,05	6,86	7	6,85
9	4,01	4	4,02	6,86	7	6,83
10	4,01	4	4,04	6,86	7	6,85
Rata-rata	4,01	4	4,044	6,86	7	6,8433

Pengujian ketiga dilakukan pada rangkaian sensor kekeruhan dengan hasil pada Tabel 5. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rangkaian bekerja dengan baik sesuai dengan pergeseran konversi ADC dari nilai tegangan.

Tabel 5. Hasil pengujian rangkaian sensor kekeruhan

No.	Metode	Hasil Pengukuran
1	Pengukuran Aquades	0
2	Pengukuran air sabun	170
3	Sensor tertutup sempurna	255

Pengujian keempat dilakukan pada rangkaian sensor konduktivitas/TDS dengan hasil pada Tabel 6. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata eror adalah 0,97 % dengan rata-rata standar deviasi 6,69.

Tabel 6. Hasil pengujian rangkaian sensor konduktivitas

TDS (ppm)	Pengujian ke-1	Pengujian ke-2	Pengujian ke-3	Pengujian ke-4	Pengujian ke-5	Rata-rata	Error (%)
100	95,72	99,9	101,57	99,57	95,72	98,496	1,50
200	197,39	196,2	199,45	198,45	197,38	197,774	1,11
300	293,64	313,21	297,15	293,54	293,54	298,216	0,59
400	397,93	419,53	401,47	377,93	383,82	396,136	0,97
500	498,82	499,8	501,24	497,69	500,95	499,7	0,06
600	601,36	601,36	583,18	583,18	583,18	590,452	1,59

4.3. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk menguji apakah semua rangkaian sensor berfungsi dengan baik saat bekerja bersamaan. Hasil dari pengujian keseluruhan ini adalah seperti pada Tabel 7. Berdasarkan hasil pengukuran keseluruhan, rangkaian bekerja dengan baik dimana deviasi dari masing-masing sensor terlihat tidak terlalu signifikan.

Tabel 7. Hasil pengujian keseluruhan

Parameter	Pengujian ke-1	Pengujian ke-2	Pengujian ke-3	Pengujian ke-4	Pengujian ke-5
Suhu	26,37	26,86	26,37	26,39	26,88
pH	5,26	5,28	5,28	5,24	5,24
Kekeruhan	181	181	181	181	181
TDS	70,87	70,87	70,87	70,87	70,87



5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari hasil perancangan, realisasi dan pengukuran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian ini bekerja sesuai dengan rancangan yang dibuat.
2. Nilai eror yang terukur pada pengukuran suhu bervariasi dengan nilai maksimal yaitu 5,4 % dan rata-rata eror adalah 2,23 %. Rata-rata standar deviasinya adalah 1,145. Hal ini dapat disebabkan ketidakstabilan pada keluaran sensor yang berubah karena adanya *noise* dari rangkaian.
3. Nilai eror yang terukur pada pengukuran pH bernilai sangat kecil yaitu dengan nilai maksimal 0,848 %. Rata-rata standar deviasinya adalah 0,01. Hal ini dapat disebabkan pada pengaturan pengkondisian sinyal yang belum sempurna dan adanya fluktuasi dari keluaran tegangan sensor.
4. Nilai eror yang terukur pada pengukuran konduktivitas dan TDS adalah 0,97 %. Rata-rata standar deviasinya adalah 6,69. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya toleransi komponen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- [2] Rahmita Astari, Rofiq Iqbal. *Kualitas Air Dan Kinerja Unit Pengolahan Di Instalasi Pengolahan Air Minum ITB*. Laporan Penelitian. 2009.
- [3] A.J. Timpano, S.H. Schoenholtz, C.E. Zipper, D.J. Soucek (2010) "Isolating effects of total dissolved solids on aquatic life in central Appalachian coalfield streams" *Proceedings America Society of Mining and Reclamation 2010*. [Online]. Hlm. 1284-1302. Tersedia di: <http://www.asmr.us/Publications/Conference%20Proceedings/2010/1284-Timpano-VA.pdf> [16 Okt 2015].
- [4] Anisa Intan S.W. "Kualitas Air Bersih Untuk Pemenuhan Kebutuhan Rumah Tangga Di Desa Pesarean Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal". Skripsi. UNNES, Semarang, 2005.

- [5] Zulva T.D, Rakhmawati, Hendik Eko (2011) “Otomatisasi Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Tawar Dengan Prinsip Reverse Osmosis Berbasis Mikrokontroler (Sub Judul: Sensor dan Monitoring System)”. Tugas Akhir. [Online]. Tersedia di: <https://www.pens.ac.id/uploadta/abstrakdetail.php?id=1457>[10 Okt 2015].
- [6] Akanksha Purohit, Ulhaskumar Gokhale (2014) “Real Time Water Quality Measurement System based on GSM”. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*. [Online]. Vol. 9, Issue 3, hlm. 63-67. Tersedia di: <http://iosrjournals.org/iosr-jece/papers/Vol.%209%20Issue%203/Version-5/K09356367.pdf> [14 Okt 2015].
- [7] Aminuddin Debataraja, Benny. (2013) “Implementasi Intelligent Sensor untuk Monitoring Kualitas Air berbasis Komunikasi Teknologi Jaringan Nirkabel Zigbee”. *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information System*. [Online]. Hlm. 115 – 119. Tersedia di: ojs.unud.ac.id/index.php/prosidingcsgteis2013/article/view/7234 [10 Okt 2015].
- [8] Ani Fatimah, Harmadi, Wildian (2014) “Perancangan Alat Ukur TSS (Total Suspended Solid) Air Menggunakan Sensor Serat Optik Secara Real Time”. *Jurnal Ilmu Fisika*. [On-line]. Vol. 6, No 2. Tersedia di : <http://jif.fmipa.unand.ac.id/index.php/jif/article/view/100/88> [10 Okt 2015].
- [9] Filemon J.G., Elia K. Allo, Dringhuzen J.M., Novi M. Tulung (2013) “Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Light Dependent Resistor Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535”. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Unsrat*. [On-Line]. Vol. 2, No. 1. Tersedia di: <http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewarticle&article=15749> [10 Okt 2015].
- [10] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.